Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 239-242 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 239-242 (2553)

ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษามะละกอ
Effect of Edible Coating on Postharvest Qualities and Storage Life of Papaya

ปียนาถ จิตอารีรัตน์[1], **อนุวัตร แจ้งชัด**[1]**และกมลวรรณ แจ้งชัด**[1]
Peeyanat Jitareerat[1], Anuvat Jangchud[1], and Kamolwan Jangchud[1]

Abstract

Research and application of coating on papaya are very limited as well as the demand of agriculture to improve appearance of papaya “Hawaii” cultivar and its storage life. The objective of this study was to develop coating for papaya “Hawaii” and evaluate its properties and application. To determine the optimization for postharvest qualities and storage life of papaya, composite coating from shellac blending with hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) were conducted at ratio of 25:75, 50:50 and 75:25 mixed with glycerol at 0%, 1% and 3% (volume by volume), respectively. The results showed that composite coating was opaque with brownish to dark brown color and homogenous. Increasing shellac ratio resulted in increase of binding ability, total soluble solids and increasing glycerol had an effective on increasing viscosity. This optimized formula was applied to papaya “Hawaii” which showed a significantly effect on retention of ripeness and reducing fruit decay compared to the non-coated papaya. Shellac blended HPMC at ratio of 50:50 mixed with glycerol 1% was the best coating to maintain the postharvest qualities of papaya by decreasing weight loss and maintaining pulp hardness. Coated papaya could be extended storage life for 12 days at 27±2°C, 76±5% relative humidity with normal ripening while non-coated papaya could last long only 6 days.

Key word: coating, shellac, papaya

บทคัดย่อ

การศึกษาสารเคลือบผิวในมะละกอมีอย่างจำกัด และภาคการผลิตมะละกอเพื่อการค้ามีความต้องการประยุกต์การเคลือบผิวในมะละกอพันธุ์ฮาวายเพื่อปรับปรุงลักษณะปรากฏและยืดอายุการเก็บรักษา จึงได้มีการพัฒนาสารเคลือบผิวเพื่อใช้กับมะละกอพันธุ์ฮาวาย โดยพัฒนาสารเคลือบผสมจากเชลแลคและ*ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส* ศึกษาคุณสมบัติของสารเคลือบผิวที่เตรียมได้จากเคลือบผิวจากเชลแลคและ*ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส*ในอัตราส่วน 25:75, 50:50 และ 75:25 และผสมกลีเซอรอลความเข้มข้นร้อยละ 0, 1 และ 3 (โดยปริมาตร) ตามลำดับ เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของสารเคลือบสำหรับชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะละกอพันธุ์ฮาวาย จากการศึกษาพบว่าสารเคลือบที่เหมาะสมมีลักษณะปรากฏขุ่น สีน้ำตาลอ่อนจนถึงเข้ม และมีความเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่ออัตราส่วนของเชลแลคมากขึ้นค่าการเกาะติดพื้นผิววัสดุ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น และการเติมกลีเซอรอลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น จากการทดลองเคลือบผิวมะละกอพันธุ์ฮาวาย พบว่าการเคลือบผิวสามารถชะลอการสุก และการเน่าเสียได้ดีกว่ามะละกอที่ไม่เคลือบผิว โดยสารเคลือบผิวผสมเชลแลคกับ*ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส* 50:50 รวมกับกลีเซอรอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 สามารถรักษาคุณภาพของมะละกอพันธุ์ฮาวายได้ดีที่สุด โดยช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก คงความแข็งของเนื้อมะละกอ และสามารถเก็บรักษาได้นาน 12 วัน ที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 76±5 โดยสามารถสุกได้ตามปกติ ในขณะที่มะละกอไม่ผ่านการเคลือบผิวมีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน

คำสำคัญ สารเคลือบ, เชลแลค, มะละกอ

คำนำ

มะละกอเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีมูลค่าการค้าสูงชนิดหนึ่งของโลก ปัจจุบันผลมะละกอของประเทศไทยได้ส่งออกสู่ประเทศใกล้เคียง เช่น ฮ่องกง สิงคโปร์ จากสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551) มีการ

[1] ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Product Development, Faculty of Agro-Industry/ Postharvest technology Innovation Center, Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok 10900

ส่งออกมะละกอสดปริมาณ 1,283.72 ตัน เป็นพันธุ์ซันไรส์หรือมะละกอฮาวายเป็นหลัก แต่การส่งมะละกอไปจำหน่ายนั้นมักมีปัญหาการสุกระหว่างการขนส่ง เนื่องจากมะละกอเป็นผลไม้ที่มีระยะของการสุก (Climacteric fruit) นั่นคือ หลังการเก็บเกี่ยวแล้วภายในผลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพเร็ว อายุการเก็บรักษาสั้น การเคลือบผิวผลไม้เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยลดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ เช่น ลดการสูญเสียน้ำหนัก การแลกเปลี่ยนแก๊สภายในผล และกระบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆ ที่จะนำไปสู่การสุกและการเสื่อมสภาพของมะละกอ(Daniel and Yanyun, 2007) “เชลแลค” เป็นสารประเภทไขมันที่นิยมนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตสารเคลือบ เนื่องจากสามารถเพิ่มความมันเงา (Ron et al., 2005) ต้านทานการซึมผ่านไอน้ำได้ดีและเป็นสารธรรมชาติ โดยประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเชลแลคที่สำคัญของโลก แต่สารเคลือบผิวจากเชลแลคมีข้อด้อยในด้านสมบัติการซึมผ่านของก๊าซผ่านฟิล์มต่ำ ดังนั้นในกระบวนการเตรียมสารเคลือบผิวจึงมีการผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น *ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส*เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสประเภทหนึ่งที่มีคุณสมบัติเด่นในการต้านทานการซึมผ่านของก๊าซดี (gas barrier) ช่วยเพิ่มความคงตัว และความเข้มข้นของของเหลว เพื่อได้สารเคลือบผิวชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติดีของแต่ละชนิดรวมไว้งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเคลือบผิวสำหรับใช้ประโยชน์ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะละกอพันธุ์ฮาวาย

อุปกรณ์และวิธีการ

มะละกอพันธุ์ฮาวาย จากอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี โดยผลมะละกออยู่ในระยะที่ผิวเกิดสีเหลืองบริเวณปลายผลร้อยละ 5 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 9 สิ่งทดลอง คือ สารเคลือบผิวผสมเชลแลคและ*ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส*อัตราส่วน 25:75 (T1), 50:50 (T2), 75:25 (T3) และสารเคลือบผิวผสมเชลแลคและ*ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส*ที่เติมพลาสติไซเซอร์ ได้แก่ กลีเซอรอล คือ อัตราส่วน 25:75 +กลีเซอรอลร้อยละ1 (T4), 50:50+กลีเซอรอลร้อยละ1 (T5), 75:25+กลีเซอรอลร้อยละ1 (T6) , อัตราส่วน 25:75+กลีเซอรอลร้อยละ3 (T7), 50:50+กลีเซอรอลร้อยละ3 (T8), 75:25+กลีเซอรอลร้อยละ3 (T9) วิเคราะห์คุณภาพของสารเคลือบในรูปแบบสารละลาย โดยวัดค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพดังนี้ ลักษณะปรากฏของสารละลาย ความหนืดของสารละลาย ปริมาณของแข็งทั้งหมด การเกาะติดพื้นผิววัสดุ และศึกษาคุณภาพของมะละกอพันธุ์ฮาวายในขณะเก็บรักษา โดยเคลือบผิวมะละกอด้วยวิธีการทาทีละครึ่งผล แล้วผึ่งให้แห้ง โดยวัดค่าการสูญเสียน้ำหนัก (% weight loss) การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกโดยเครื่องวัดสี Spectrophotometer (Minolta รุ่น CM 3500d) ความแข็งโดยใช้เครื่อง Lloyd (TA 500) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) (A.O.A.C., 2000) ประเมินเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียและอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27$\pm$2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 76$\pm$5

ผลและวิจารณ์

จากการทดลอง สารเคลือบผิวจากเชลแลคทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีลักษณะปรากฏคล้ายกัน คือของเหลวขุ่นสีเหลืองน้ำตาล ทึบแสง เนื่องจากสารละลายเชลแลค เป็นของเหลวสีน้ำตาลทอง ในขณะที่สารละลายไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสมีลักษณะใส จึงส่งผลให้ลักษณะปรากฏของสารนั้นมีความคล้ายคลึงกัน เมื่ออัตราส่วนของเชลแลคมากขึ้น ค่าการเกาะติดพื้นผิววัสดุ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นการเพิ่มปริมาณสารแขวนลอย และการเติมกลีเซอรอลทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงของโครงสร้างโมเลกุลให้มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วยการสร้างพันธะไฮโดรเจน ทำให้ความหนืดของเฟสต่อเนื่องในระบบซึ่งคือน้ำมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น (Everett and McLeod, 2005) (Figure1)

Figure 1 Appearance of coating solution

เมื่อทดสอบเคลือบผิวมะละกอ พบว่า มะละกอที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 9 สิ่งทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามะละกอที่ไม่ได้เคลือบผิวอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน เนื่องจากเป็นวันสุดท้ายที่ยังมีชุดควบคุม เพราะสารเคลือบจะเข้าไปเคลือบผิวแทนไขที่เคยมีอยู่ของผลไม้ ซึ่งสูญเสียไปในระหว่างการทำความสะอาด สารเคลือบผิวจะไปจำกัดการซึมผ่านไอน้ำ โดยปิดช่องเปิดตามธรรมชาติในชั้นอิพิเดอร์มิสทำให้ลดการสูญเสียน้ำได้ และสิ่งทดลอง

ที่ 3, 4, 5, 6 และ 7 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดี (Figure 2a) สารเคลือบจะจำกัดการแพร่ผ่านเข้าออกของก๊าซต่างๆ ส่งผลให้ผลิตผลมีอัตราการหายใจลดลง จะเห็นได้ว่ามะละกอมีอัตราการหายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างการสุกช่วงวันที่ 3-5 และมะละกอที่เคลือบผิวจะมีอัตราการหายใจต่ำกว่าที่ไม่ได้เคลือบผิว (Figure 2b) และระหว่างการสุกมะละกอจะมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นร่วมกับเพิ่มอัตราการหายใจ โดยการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นตลอดช่วงการสุกและจะลดลงเมื่อมะละกอเริ่มเสื่อมเสีย สำหรับมะละกอที่ไม่ได้เคลือบผิวจะมีการผลิตเอทิลีนเกิดขึ้นสูงมากหลังจากเข้าสู่ระยะการสุกจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว (Figure2d) เช่นเดียวกันกับการรายงานการเคลือบผิวมะละกอพันธุ์ Ratna ด้วยไคโตซาน (Sivakumar et al., 2005) และการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง แต่ไม่สามารถบอกความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสีผิวระหว่างสารเคลือบสิ่งทดลองต่างๆ และสิ่งทดลองควบคุมได้

ค่าความแข็งของมะละกอลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการสุก มีค่าต่ำสุดและค่อนข้างคงที่ในช่วงวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ทุกสิ่งทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน สาเหตุจากการสลายตัวหรืออ่อนตัวของผนังเซลล์ ซึ่งมีเพคตินเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก โดยจะมีเอนไซน์เฉพาะเจาะจงในการย่อยซึ่งปรากฏเมื่อผลสุก จากการทดลองพบว่ามะละกอที่ไม่เคลือบผิวค่าความแข็งจะลดลงตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษามีค่า 3.38 นิวตัน ในขณะที่มะละกอที่เคลือบผิวจะลดลงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา (Figure 2c) สอดคล้องกับการรายงานของ Perez-gago et al., (2003) ว่าสารเคลือบผิวผสมไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสกับเซลแลคสามารถชะลอการนิ่มของผลพลัมได้ และจากข้อมูลสิ่งทดลองที่ 3, 4, 5, 6 และ 7 สามารถคงความแข็งได้ดีกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาสิ่งทดลองที่ 5 สามารถคงความแข็งได้มากที่สุด

หลังจากการเก็บรักษามะละกอเป็นเวลา 6 วัน พบว่า ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณกรดที่ไตเทรตได้ ในแต่ละสิ่งทดลองและสิ่งทดลองควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า 10.8- 12.1 และ 0.94-1.34 ตามลำดับ

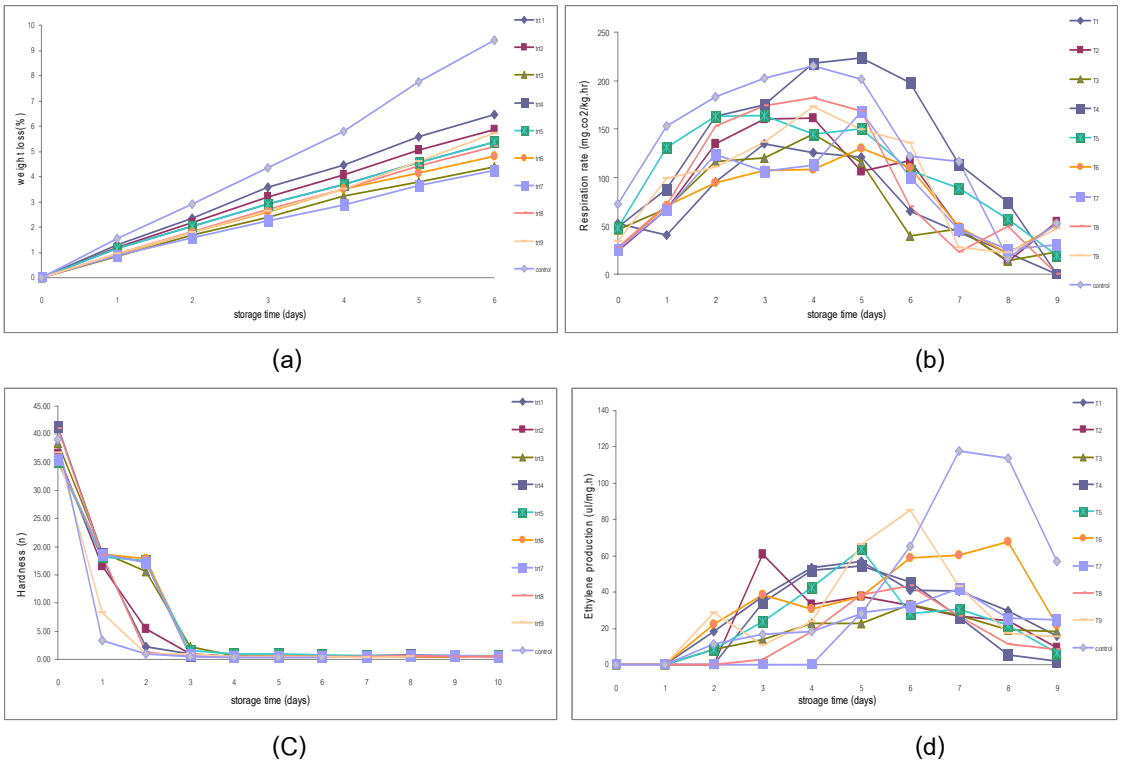

Figure 2 Change of properties (a) Weight loss (b) Respiration rate (c) Hardness (d) Ethylene production

เมื่อพิจารณาร้อยละการเสื่อมเสียของมะละกอ พบว่า มะละกอเริ่มมีการเสื่อมเสียในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยมะละกอที่ไม่เคลือบผิวมีการเสื่อมเสียมากกว่ามะละกอที่เคลือบผิว และในวันที่ 6 มะละกอที่ไม่เคลือบผิวมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียสูงถึง 48.71 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะละกอที่เคลือบสารจะสามารถลดการเสื่อมเสียลงได้ เนื่องจากสารเคลือบผิวไปช่วยปรับปรุงคุณลักษณะต่างๆ ของมะละกอ และช่วยในการยืดระยะเวลาการสุกของมะละกอทำให้ มีการเสื่อมเสียช้ากว่ามะละกอที่ไม่ได้เคลือบผิว อายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น โดยสิ่งทดลองที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสิ่งทดลองอื่นๆ (Table 1)

Table 1 Physical and chemical properties of papaya coating and non coating for 6 days

	Treatment	Binding ability (g/m^2)	TSS Coating (^OBrix)	Viscosity (cP)	Hard ness (N)	Weight loss (%)	Respiration rate ($mg.CO^2/kg.h$)	Ethylene production (µl/kg.h)	% Decay	Storage time (days)	Price (bath)
T1	25:75+gly 0%	3.42^{e}	4.42^{g}	6.33^{b}	0.55^{bc}	6.47^{b}	65.01^{de}	41.23^{bc}	24.4	8	45.5
T2	50:50+gly 0%	3.48^{e}	5.79^{f}	3.98^{c}	0.43^{bc}	5.85^{bc}	117.65^{b}	32.68^{c}	38.29	8	53.4
T3	75:25+gly0%	3.74^{de}	7.14^{e}	2.20^{e}	0.65^{b}	4.39^{d}	39.07^{e}	33.12^{c}	17.64	8	61.3
T4	25:75+gly1%	3.74^{de}	5.62^{f}	6.90^{a}	0.49^{bc}	5.36^{bcd}	197.64^{a}	45.75^{bc}	18.36	10	46.3
T5	50:50+gly 1%	3.88^{de}	7.02^{e}	4.04^{c}	0.87^{a}	5.36^{d}	107.56^{bcd}	28.17^{c}	3.92	12	54.2
T6	75:25+gly1%	4.49^{bc}	7.93^{c}	2.70^{d}	0.62^{bc}	4.79^{cd}	110.07^{bc}	59.11^{b}	19.6	10	62.1
T7	25:75+gly 3%	4.09^{cd}	7.48^{d}	7.04^{a}	0.46^{bc}	4.25^{d}	99.87^{bcd}	32.08^{c}	25.49	12	47.9
T8	50:50+gly 3%	4.88^{ab}	8.85^{b}	4.12^{c}	0.49^{bc}	5.19^{cd}	69.90^{cde}	43.30^{bc}	16.32	10	55.8
T9	75:25+gly3%	5.02^{a}	10.15^{a}	2.76^{d}	0.45^{bc}	5.70^{bc}	135.83^{b}	84.89^{a}	4.08	10	63.7
T10	Control	-	-	-	0.31^{c}	9.40^{a}	121.70^{b}	65.05^{ab}	48.71	6	-

$^{a-f}$ means followed by different lower case letters in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

สรุป

การใช้สารเคลือบผิวผสมเซลแลคและไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสในมะละกอพันธุ์ฮาวาย สามารถชะลอการสุกและการเน่าเสียได้ดีกว่ามะละกอที่ไม่เคลือบผิว โดยสารเคลือบผิวผสมเซลแลคกับ*ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส* 50:50 รวมกับ กลีเซอรอลที่ความเข้มข้นร้อยละ1 สามารถรักษาคุณภาพของมะละกอฮาวายได้ดีที่สุด โดยช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก คงความแข็งของเนื้อมะละกอ มีการหายใจปกติ ชะลอการเกิดเอทิลีน และมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียน้อยที่สุด โดยมีอายุการเก็บรักษานานถึง 12 วัน (Figure 3) ในขณะที่มะละกอที่ไม่ได้เคลือบผิวมีอายุการเก็บรักษา 6 วันโดยมีต้นทุนผลิตสารเคลือบผิว 54.20 บาทต่อลิตร

Figure 3 Papaya non coating and coating for 12 days

คำนิยม

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KURDI) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการนำเข้า-ส่งออกสินค้าเกษตรกรรม. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/imp-exp.htm, 5 มีนาคม 2551.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Gaitthersburg, Md.

Daniel, L. and Z. Yanyun. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. Comprehensive reviews in Food science and Food safety. p 60-75.

Everett, D.W. and R.E. McLeod. 2005. Interactions of polysaccharide stabilisers with case in aggregates in stirred skim-milk yoghurt. Int. Dairy J. 15: 1175-1183.

Perez-Gago,M.B.,C.Rojas and M.A. Del Rio. 2003. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-lipid composite coatings on plum (cv. Autumn giant) quality during stroage. J. Food Sci. 68:879-883.

Ron P., B.Weiss, L.Cohen, A. Daus and A. Biton. 2005. Effects of polyethylene wax content and composition on taste, quality and emission of off-flavor volatiles in 'Mor' mandarins. Postharvest Biol.Technol. 38:262-268

Sivakumar, D., Y. Sultanbawa, N., Ranasingh, K.Predeep and C. Ravil Wijesundera. 2005. Effect of the combined application of chitosan and carbonate salts on the incidence of anthracnose and on the quality of papaya during storage. J. Hort. Sci. Biotechnology. 80:447–452.